

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-242029

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月11日

(51) Int.Cl.⁹

H 0 1 L 21/027

識別記号

F I

H 0 1 L 21/30

5 1 4 E

5 1 5 F

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-43731

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月27日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 鈴木 康之

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 安藤 謙二

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 大谷 実

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 若林 忠

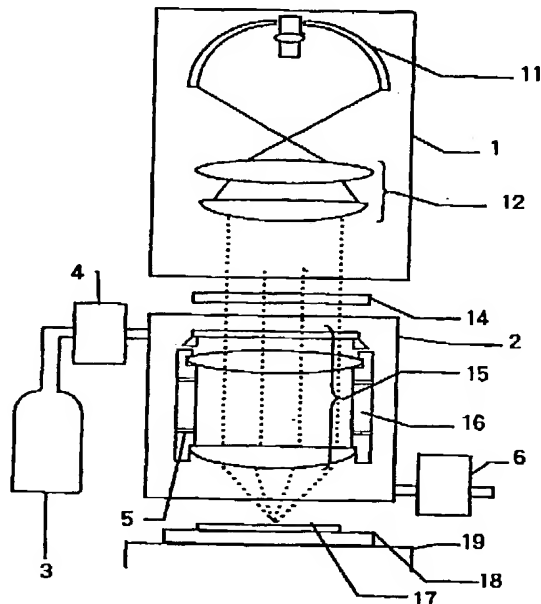
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置

(57) 【要約】

【課題】 長期間使用しても、照度低下、照度ムラ変化が少なく、安定して露光が行え、また、照度が変化した場合にも、容易にメンテナンス可能な露光装置を提供する。

【解決手段】 光源からの光束をレンズを含む光学系を介して通過させ、レチクルを通して露光対象物上に露光する露光装置において、前記光学系を含むチャンバー2と、Si、Al、Mg、NH₄、およびこれらを含む化合物をあらかじめ除去した酸化性ガスを前記チャンバー内に供給する手段4と、前記チャンバーに設けられたガス排出孔と、前記チャンバー内のガスを処理する手段6とを有する露光装置とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの光束をレンズを含む光学系を介して通過させ、レチクルを通して露光対象物上に露光する露光装置において、前記光学系を含むチャンパーと、Si、Al、Mg、NH₄、およびこれらを含む化合物をあらかじめ除去した酸化性ガスを前記チャンパー内に供給する手段と、前記チャンパーに設けられたガス排出孔と、前記チャンパー内のガスを処理する手段とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項2】 前記チャンパー内にパージガスを供給する手段を有する請求項1に記載の露光装置。

【請求項3】 前記酸化性ガスがオゾンを含むガスであって、前記チャンパー内のガスを処理する手段がオゾン処理設備である請求項1または2記載の露光装置。

【請求項4】 前記酸化性ガスがN₂Oを含むガスであって、前記チャンパー内のガスを処理する手段がN₂O処理設備である請求項1または2記載の露光装置。

【請求項5】 前記酸化性ガスがH₂O₂を含むガスであって、前記チャンパー内のガスを処理する手段がH₂O₂処理設備である請求項1または2記載の露光装置。

【請求項6】 前記酸化性ガスが酸化性ガスラジカルを含むガスであって、前記チャンパー内のガスを処理する手段が前記酸化性ガスラジカルを含むガスの処理設備である請求項1または2記載の露光装置。

【請求項7】 前記光学系の少なくとも一部が耐酸化性材料からなる請求項1乃至6いずれかに記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体装置の製造等に用いられる露光装置に関し、特に縮小露光系を含むステッパ露光装置を用いた露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ステッパ露光装置は、レチクルないしマスク（以下、まとめて「レチクル」と呼ぶ。）上のパターンを1/10ないし1/5に縮小して半導体ウエハ上のフォトリソ膜等の露光対象物上に結像させるものである。ステッパ露光装置の露光波長は、半導体装置の高集積化、小型化に伴い、水銀ランプのg線からi線へと短波長化し、さらにはエキシマレーザのKrFレーザ光、ArFレーザ光へと短波長化を進められている。これらの露光に用いられる紫外線は、光子エネルギーが高く、照射されたフォトリソ膜等の感光体に化学変化を生じさせ、レチクルパターンを露光対象物上に形成させる。

【0003】図7は、従来のステッパ露光装置を示す。図7においては、照明系の鏡筒1内に、紫外線を発光する光源71と、光源71から発した光をレチクル74上に照射するためのコンデンサレンズ72が配置されている。ランプ71から発し、コンデンサレンズ72で平行

光束にされた光はレチクル74を照射する。さらに、レチクル74の開孔部を通過した紫外光は、鏡筒1内を通過し、縮小投影系レンズ群75によって集束され、半導体ウエハ77上に塗布されたフォトリソ膜を露光する。なお、半導体ウエハ77は、ベース78上に固定されたXYステージ79に配置される。露光は、不図示のシャッター、絞リ等により、適当な照度で露光した後、XYステージを移動し、同様の手順で繰り返し行なわれる。

【0004】なお、ステッパの処理速度を高めるためには、照明系、露光系全レンズ群を透過する光量を大きくするとともに、フレアーや露光対象物上の照度ムラを極力抑えなければならない。このため、通常、レンズ表面には反射防止膜が形成される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】g線、およびi線のステッパを長期間使用すると、図7における照明系レンズ群72や投影系縮小レンズ群75のレンズ表面にくもりや、有機物が堆積する。一般的にこれらレンズ群の表面には露光波長に対する反射防止膜等がコーティングされており、くもりや、有機物が堆積することで反射率が変化するために、透過率が減少し、露光光が散乱するという問題があった。また、レンズ群表面に付着した堆積物が露光光を吸収する場合にも、同様にレンズの透過率の減少や、レンズ面内の透過率のムラが生じる。このような状態になると、ステッパの投影照度が減少し、照度ムラが発生し、フレアー等が大きくなるなど、性能が全体として低下してしまう。

【0006】一方、露光波長がエキシマKrFレーザ（248nm）、ArFレーザ（193nm）と短波長になり、光子エネルギー、エネルギー密度が大きくなると、クリーンルーム中や、レンズ鏡筒内で付着した有機物等が除去され、短期間においても露光面での照度が変化するなどの問題があった。

【0007】以上の問題点を解決するために、特開平7-201702号公報では非酸化性ガスであるN₂等のガスで鏡筒内を充填する改善策が開示されている。また、特開平7-273016号公報ではシールガラスでレンズ等への付着を防止し、シールガラスを交換可能にすることで、性能劣化を防止する改善策が開示されている。

【0008】しかしながら、レンズ鏡筒内にはレンズと鏡筒の固定のための接着剤や、鏡筒内部表面に付着した有機物等の汚染物質が存在し、これら汚染物質と紫外線の反応による光デポジションがおこる。また、紫外線を照射しなくても有機物が表面に付着する。したがって、上記の対策では、有機物の付着による光学性能の劣化を防止するには十分でなく、また、縮小露光系レンズ群は交換が非常に困難であるという問題点を有していた。

【0009】本発明の目的は、いずれの露光波長におい

ても、長期間性能の劣化が少ない露光装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、性能の劣化したi線露光レンズをフーリエ変換赤外分光装置（以下FTIRと表示）によって分析した結果、各種のハイドロカーボン、カルボン酸化合物、アクリルアミド等の有機化合物がレンズ表面上に堆積していることを見いだした。未使用の同一レンズ系を分析したところ、各種のハイドロカーボンが検出された。従って、カルボン酸化合物、アクリルアミド等は、雰囲気中の成分やレンズアセンブリからのアウトガス成分が反応して形成されたと判断することができる。通常、大気中に放置されたサンプル上には各種ハイドロカーボンが付着することが知られており、ハイドロカーボンについては大気中で付着したものと光化学反応により形成されたものかの区別が出来ていないが、通常のレンズ作成工程中や洗浄後にレンズ表面に付着することは明らかになっている。紫外線による有機物堆積反応を抑制するには、原料物質を除去することが考えられるが、有機物原料供給元になる鏡筒とレンズを固定する接着剤等は除去することが非常に困難であり、また、鏡筒内表面に付着している有機物や、接着剤以外の鏡筒内物質を完全に取り除くことも難しい。

【0011】図2に、アクリルボックス中で高純度N₂（99.99%以上、露点-70度）ガスでバージしながら240～400nmの波長領域の紫外線を照射した時の反射率の変化の様子を示す。サンプルは石英基板上に反射防止膜を形成した基板である。この図から、反射特性が長波長側にシフトしていることがわかる。シミュレーションとFTIR分光測定の結果、サンプル表面にハイドロカーボン膜が数nm～十数nm形成されていることがわかった。すなわち、高純度N₂でバージしていても、ハイドロカーボンの付着を防ぐことはできない。また、このハイドロカーボンの付着によって反射率が変化し、その結果透過率も変化してしまう。また、露光光が短波長になれば付着物の吸収の影響も大きくなっていく。

【0012】これに対し、本発明は、光学系を含むチャンバーに酸化性ガスを供給することによりレンズに付着するハイドロカーボン等を除去するものである。すなわち、本発明の露光装置は、光源からの光束をレンズを含む光学系を介して通過させ、レチクルを通して露光対象物上に露光する露光装置において、前記光学系を含むチャンバーと、Si、Al、Mg、NH₄、およびこれらを含む化合物をあらかじめ除去した酸化性ガスを前記チャンバー内に供給する手段と、前記チャンバーに設けられたガス排出孔と、前記チャンバー内のガスを処理する手段とを有することを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明における光学系を含むチャ

ンバーとは、縮小露光系レンズ群および照明系レンズ群のチャンバーの両方を含み、これらのいずれか一方または両方のチャンバーに、ガス排出孔と、チャンバー内のガスを処理する手段とが設けられている。

【0014】本発明において、酸化性ガスは、レンズ表面に付着した有機膜を除去する役割を果たす。これにより、レンズの反射率、透過率の変化を防ぎ、長時間性能の劣化しない露光装置が実現される。このような効果を有するガスとして、オゾン、N₂O、H₂O₂等を含むガスが用いられる。また、酸素ラジカル、N₂Oラジカル等の酸化性ラジカルを含むガスも好適に用いられる。酸化性ガスは、Si、Al、Mg、NH₄、およびこれらを含む化合物をあらかじめ除去したものをを用いる。これらの化合物は、酸化されてレンズ表面に固形物として堆積するからである。

【0015】酸化性ガスは、レンズ表面に付着した有機化合物等を蒸気圧の高いガス状物質に変化させ、これとともに鏡筒に設けられた排出孔より外部に排出される。排出されたガスは処理設備に導かれる。この処理設備により有害なオゾンは分解処理され、その他のガス成分は無害化され、その後、パーティクル除去フィルターを通してクリーンルーム内に排出される。

【0016】本発明においては、光学系は、レンズ鏡筒、レンズを接着する接着剤、鏡筒内面等により構成されるが、これらの少なくとも一部が、酸化性ガスに対する耐久性の高い耐酸化性材料からなるものであるか、または酸化性ガスに触れないよう保護膜でコーティングされることが望ましい。ここで、耐酸化性材料としては、ガラス、セラミック、金属酸化物、Si₃N₄等の窒化物、金属、AlF₃等のフッ化物等が用いられる。また、保護膜の材料としては、Al₂O₃、SiO₂、TiO₂等の金属酸化物、金属、Si₃N₄等の窒化物、AlF₃等のフッ化物等が用いられる。

【0017】本発明における光源としては、i線、g線、エキシマKrF、ArF等を用いることができる。ただし、露光波長にエキシマ（KrF、ArF）を使う場合、エキシマの光子エネルギーが大きいため、露光中に付着したハイドロカーボンが除去される効果があり、従って放置中に付着する有機系付着物をクリーニングすることで、光学性能の安定化を図ることができる。

【0018】本発明の露光装置には、バージガスをチャンバーに供給する手段を設けても良い。これにより、バージガスと酸化性ガスを併用し、レンズ表面への有機物の付着を防止することが可能となる。露光系のメンテナンスも容易となる。バージガスとしては、N₂、Ar、Ne等の不活性ガスが用いられる。

【0019】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例について説明する。

【0020】（実施例1）図1は本発明の第1の実施例

に係るi線露光装置の要部概略図である。図において、1は照明系レンズ封止チャンパー、2は投影系レンズ封止チャンパー、3は酸素ガスボンベ、4はオゾン発生装置、6はオゾン処理装置である。11は光源としての発光管であり、紫外線および遠紫外線等を放射する高輝度の発光部を有している。11から放射された紫外線は12のコンデンサーレンズおよび本概略図では省略した、i線フィルター、ミラー、オブティカルインテグレート、ズームレンズ等の光学部品によって、レチクルを均一に照明するよう調整されている。レチクル14を通った紫外光は、鏡筒16内に収められた縮小露光系レンズ群15を密封する封止チャンパー2内に入射し、さらに縮小露光系レンズ群15をへて、ウエハ17上にレチクルパターンを転写する。鏡筒16内には縮小レンズ群15と鏡筒16を接着する接着剤や、レンズ固定治具などがあるが省略している。

【0021】鏡筒内にはクリーンルーム内の各種溶剤、フィルター材から放出される有機金属系ガス等の様々なガスが混入しているため、露光中、縮小露光系レンズ群の表面には、紫外線の光化学反応等によって、金属酸化物、各種のヒドロカーボン、カルボン酸化合物、アクリルアミド等の有機化合物が堆積してしまう。

【0022】ここで、酸素ガスボンベ3、オゾン発生器4により、オゾンガスを封止チャンパー2内に導入する。オゾンガス発生用酸素ガスはクリーンルーム内に混入する有機溶剤、有機金属系ガスの他、光化学反応によって固形物を生成するガスを除去し、デポジションが起こらない状態まで純化している。又、オゾンの生成効率を向上するために、数%のN₂ガスを添加している。封止チャンパー2内にある鏡筒16には、このオゾンガスが縮小露光系レンズ群15に効率よく行き渡るように、貫通孔5がつけられている。このオゾンガスを封止チャンパー2内にしばらく流し、鏡筒内の不純物ガスを十分に置換する。その後、オゾンガスを流しながら露光を行う。有機金属ガス等の不純物ガスが取り除かれているため、露光中、金属酸化物は堆積することはなくなるが、ヒドロカーボン等の有機膜は堆積する。しかし、オゾンガスによって、レンズ表面に付着した有機化合物は蒸気圧の高いガス状物質に変化し、オゾンガスとともにレンズより除去され、鏡筒外部に排出される。排出されたガスは有害なオゾンは分解処理され、その他のガス成分も無害化して、さらにパーティクル除去フィルターを通してクリーンルーム内に排出されるようになっている。

【0023】尚、封止チャンパー1、2の露光光照射部の大気側にも有機物が付着するが、この部分には防着ガラス等を配置し、着脱容易にして交換する。また、レンズ鏡筒とレンズを接着する接着剤、鏡筒内面等の使用材料はオゾンに対して耐性の高いものを用いるか、またはオゾンガスに触れないよう保護膜をコーティングすることが望ましい。また、本実施例では縮小露光系レンズの

みを清浄化する実施例を示したが、照明系レンズについてもまったく同様の処理が可能であることは言うまでもない。

【0024】本発明による図1に示した露光装置を用いれば、レンズ表面に付着して反射率を変化させたり、i線を吸収するような有機物を常に除去することが可能になり、透過率、照度ムラが変化せず、長期間安定して露光することが可能になる。また、レンズ群を分解し清掃などの手間がかからず、装置を効率よく使用することができる。

【0025】(実施例2)図3は本発明の第2の実施例に係るi線露光装置の要部概略図である。図において、31はN₂ガス、32ガス流切り替え器である。露光のためにレンズ群15に紫外線を照射する前に、ガス切り替え器32によりN₂ガス31を鏡筒内に流し、鏡筒内をN₂ガスで十分にパージする。ここで使用するN₂ガスは、有機金属、NH₃等のデポジションを起こす不純物を除去したものを使用する。又、ここではN₂ガスを使用しているが、Ar、Ne等の不活性ガスでも良いし、また、金属不純物、有機不純物を除去した空気でもよいが、安価で、高純度のガス入手でき、屈折率が空気と同程度のものであることが望ましい。N₂ガスでパージした後、ガスを微量流量流しながら露光を行う。この時、鏡筒内や、接着剤等から放出されるガスと紫外線によって、レンズ表面にヒドロカーボン等の有機膜が付着する。しかし、付着する速度は非常に遅いため、しばらくは露光装置の性能に影響することはない。定期的に、ガス切り替え器32を切り替え、酸素ガス3とオゾン発生器4により、鏡筒内にオゾンガスを導入する。このオゾンガスによって、露光中にレンズ表面に付着した有機膜が除去され、縮小露光系のメンテナンスを容易に行うことができる。照明系の性能を評価し、劣化してきたタイミングでオゾンによりクリーニングすればよく、オゾン処理器6の寿命も長く、又、鏡筒内の接着剤等の劣化も少なくできる。

【0026】(実施例3)図4は本発明の第3の実施例に係るi線露光装置の要部概略図である。図において、41はN₂ガス、42は酸素ガス、43は電極、44は高周波電源およびマッチングボックス、45は排気系である。鏡筒16内を41のN₂ガスで十分にパージした後、露光を行う。長時間使用するとレンズ表面に有機物が付着し、ウエハ17上の照度、照度分布が変化してしまう。そこで、照度、照度分布モニター値が規格値をオーバーしたところで、露光を一旦中止し、鏡筒内にO₂ガスを導入し、45の排気系で適当な圧力まで減圧状態にする。ここで、高周波電源44より、電極43に高周波電力を印可し、酸素および窒素プラズマを形成する。このプラズマ中で形成された酸素ラジカル、オゾン等により、レンズ上の有機物を除去する。除去された有機物は排気系45により鏡筒から排出され、処理系6に

よって無害化され、排出される。有機物付着の多い部位にのみ放電を形成し、除去できるので、接着剤、封止チャンパー内面等の劣化を防止することができる。又、効率よくレンズにオゾン等を供給できるため、有機物除去速度が非常に速い特徴を有する。本実施例では供給ガスに N_2 と O_2 を用いたが、放電によって有機膜除去効果の活性物質を生成するガスならば N_2O 、 H_2O 、 H_2O_2 等でもよい。特に活性酸素原子を生成し、且つ分解する以前は安全なガスが望ましい。

【0027】(実施例4)図5は本発明の第4の実施例に係るi線露光装置の要部概略図である。図において、51はi線フィルター、52はi線フィルター駆動系、53は金属不純物、有機不純物等を除去した N_2/O_2 混合ガスである。露光を行う前に鏡筒16内を53のガスで十分に置換する。露光中も十分な流量のガスを流しながらウエハの焼き付けを行う。こうすることで金属酸化物の付着を防止する。ウエハ上の照度、および照度分布モニタにより、規格値をはずれそうになったところで、露光を中断し、51のi線フィルタをフィルター駆動系52により取り外す。ここで、縮小露光系レンズ群15に光源11からの紫外光をi線フィルターを通さずに照射する。光源11は焼き付け波長のi線以外にも多くの輝線を有し、より短波長の紫外線も放出されている。鏡筒16内の酸素は、この紫外線により、活性化され、オゾン等の活性種を生成し、レンズに付着した有機物を除去する。活性種の生成には紫外線が有効であり、露光系の加熱を防止するために、赤外線カットフィルターを通して照射しても、有機物除去効果はほとんど変わらない。又、本実施例では露光に使う光源を用いているが、外部から紫外光を導入してもよい。i線フィルターをはずして、有機物を除去する場合、できるだけ照度をあげるため、レチクル14もはずして行うことが望ましい。

【0028】(実施例5)図6は本発明の第5の実施例に係るi線露光装置の要部概略図である。図において、16は内部にオゾンガスを充填した密封型鏡筒、61は金属および金属化合物、有機不純物等を除去した N_2/O_2 混合ガス、62はストップバルブ、63はガス排出孔である。縮小露光系に金属酸化物等の容易に除去できない付着物が析出しないように61のボンベ等より金属および金属化合物、有機不純物等を除去した N_2/O_2 混合ガスでパージを行いながら、露光を行う。レンズ鏡筒内には高濃度のオゾンガスが充填されており、レンズ表面に付着した有機物を除去し、 CO_2 、 H_2O 等に変化させる。これらのガスは、i線で分解することなく、安定してガス状で存在する。鏡筒内の有機物汚染は、製造時に鏡筒内部に付着したハイドロカーボン、接着剤等から放出されるガスが主成分となるが、長時間使用するうちに枯れてくる。従って、初期に放出されるガスによる有機付着物を再付着しないガス状に変換してしまうことで、長期間安定した光学性能を維持することが可能とな

る。本実施例では、除去できる有機付着物の量を無限にはできないが、酸化物ガス処理系、酸化物ガス供給系等が必要なく、使いやすく、安価で、しかも長期間光学性能の安定した露光装置を提供できるという利点がある。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、レンズ表面に付着した有機膜を酸化性ガスにより除去することができ、レンズの反射率、透過率の変化を防ぎ、長時間性能の劣化しない露光装置を実現することができる。また、光学系の性能が劣化した場合においてもメンテナンスを容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の露光装置のレンズ系を示す概略断面図である。

【図2】高純度 N_2 パージ環境下で紫外線を照射した際の反射防止膜の反射率変化を示す図である。

【図3】本発明の露光装置のレンズ系を示す概略断面図である。

【図4】本発明の露光装置のレンズ系を示す概略断面図である。

【図5】本発明の露光装置のレンズ系を示す概略断面図である。

【図6】本発明の露光装置のレンズ系を示す概略断面図である。

【図7】従来の露光装置のレンズ系を示す概略断面図である。

【符号の説明】

- | | |
|----|-------------------|
| 1 | 照明系レンズ封止チャンパー |
| 2 | 投影系レンズ封止チャンパー |
| 3 | 酸素ガスボンベ |
| 4 | オゾン発生装置 |
| 5 | 貫通孔 |
| 6 | オゾン処理設備 |
| 11 | 光源 |
| 12 | コンデンサーレンズ |
| 14 | レチクル |
| 15 | 縮小露光系レンズ |
| 16 | 鏡筒 |
| 17 | シリコンウエハ |
| 18 | ベース |
| 19 | XYステージ |
| 31 | 窒素ガスボンベ |
| 32 | ガス流切り替え器 |
| 41 | 窒素ガスボンベ |
| 42 | 酸素ガスボンベ |
| 43 | 電極 |
| 44 | 高周波電源およびマッチングボックス |
| 45 | 排気系 |
| 51 | i線フィルタ |
| 52 | フィルター駆動系 |

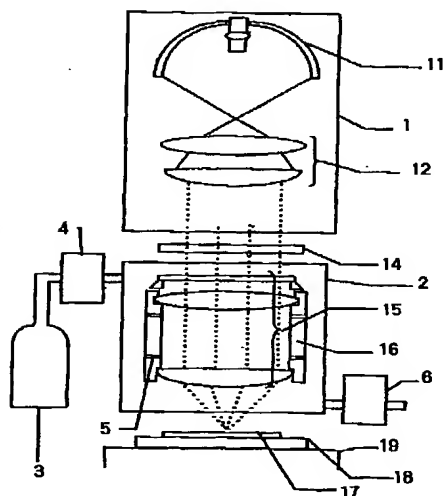
9

- 53 N₂/O₂混合ガスボンベ
 61 N₂/O₂混合ガスボンベ
 62 ストップバルブ
 63 ガス排出孔
 71 光源
 72 コンデンサーレンズ

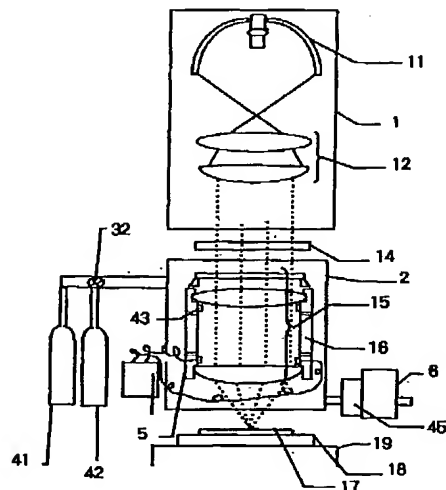
10

- 74 レチクル
 75 縮小露光系レンズ
 77 シリコンウエハ
 78 ベース
 79 XYステージ

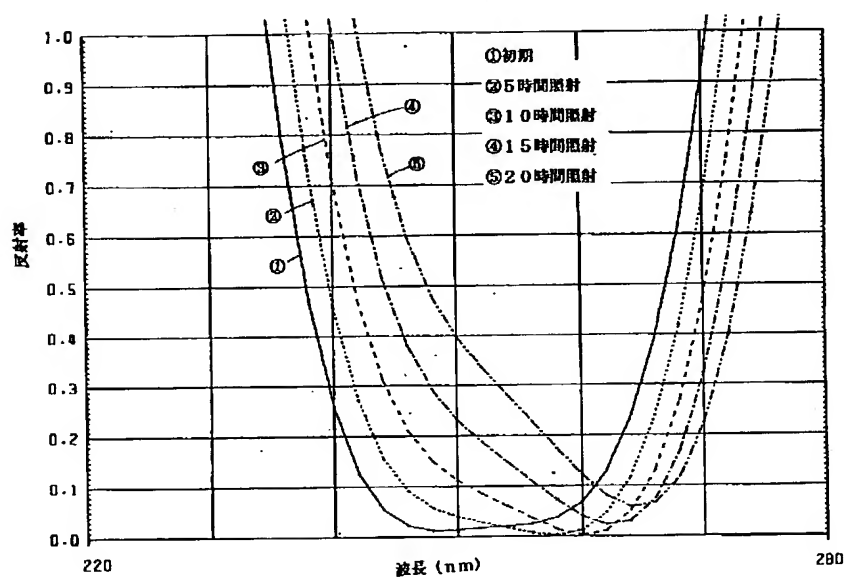
【図1】



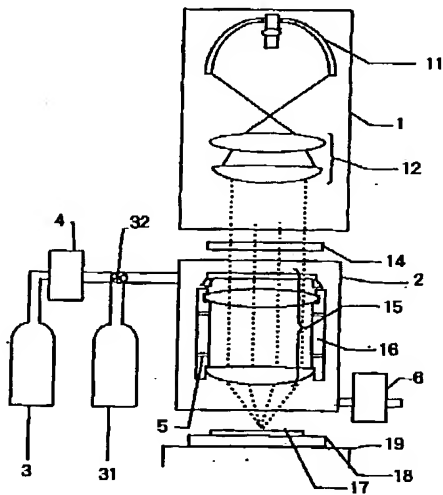
【図4】



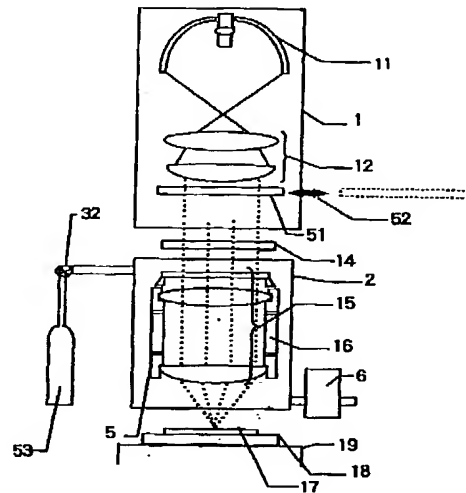
【図2】



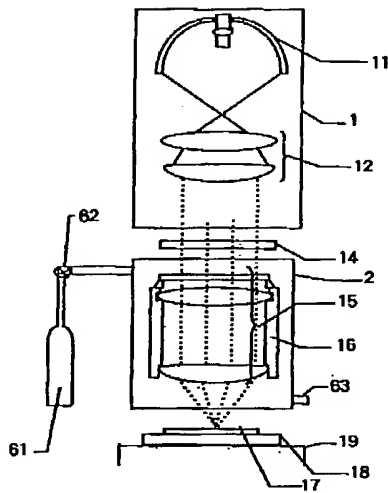
【図3】



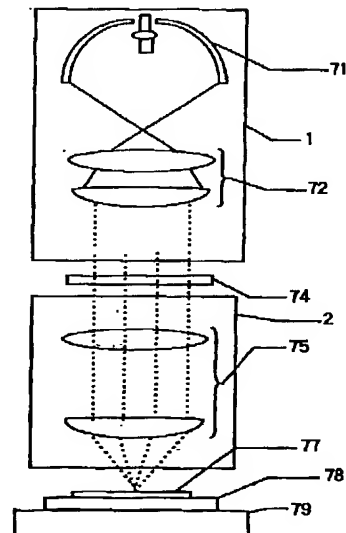
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 枇榔 竜二
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 金沢 秀宏
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内